P-CAD/CAM 取扱説明書

1.概要

板物，角物あるいは成形素材部品をマシニングセンター加工するための P-CAD/CAM システムの使用方法について 説明します．
このシステムを動作させせるためには，AutoCADR13 を用いる事が必要です。AutoCAD の機能も一部利用するようになっていますので，AutoCAD で使用可能な多くのメニューを使うことができます. また, ユーザーはこのシステムが独自に用意した特殊なアイコンをクリックして, CAD 及び CAM の作業を行います．図１は，P-CAD/CAM を立ち上げたときの CRT 画面です.

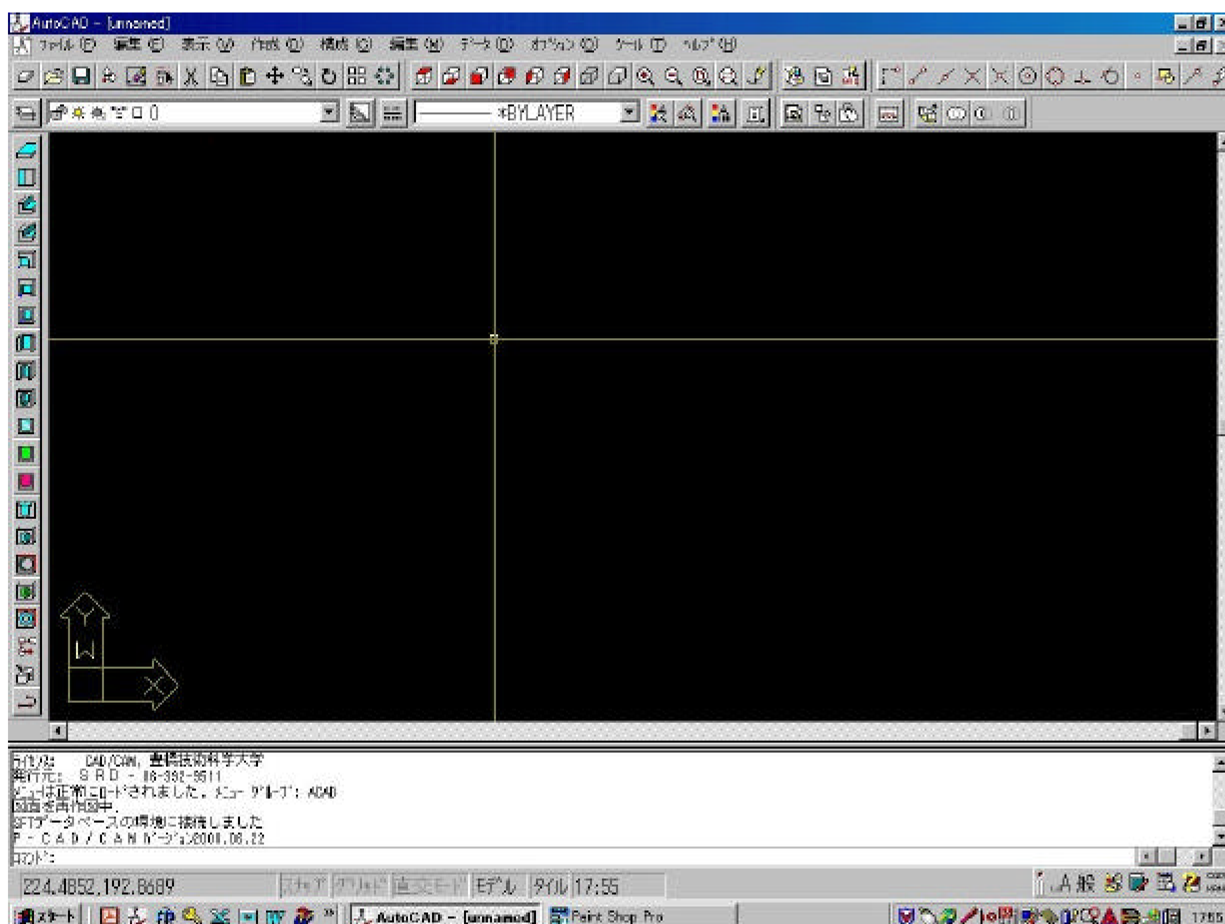


図１P－CAD／CAM初期画面

2．アイコンとツールバー、及び CAD/CAM 機能の説明

画面の左側に縦に並んでいるアイコンの一つ一つが、マシニングセンターで加工できる形状の種類を表しています。これを加工特徴（Machining Feature）と言い、図２に示すような種類が用意されています。アイコンを複数並べたグループをツールバーと言います。

P-CAD/CAM システムが独自に用意しているツールバーは、上記の加工特徴を並べたツールバーの他に次のものがあります。

フェース	サイド	角ステップ	丸ステップ
傾いたステップ	2側ポケット	3側ポケット	4側ポケット
角スロット	丸スロット	止りスロット	長穴
ドリル穴	タップ穴	段つきボルト穴	底つき穴
貫通穴	円形溝	リーマ穴	ボーリング穴

⇩ 主軸の方向　⊙ 原点

図２　加工特徴一覧表

図１で、画面の上側に左から順に

・CAD ツールバー　部品を設計する操作に必要なアイコンが並んでいます。
・VIEW ツールバー　設計面を切り替えたり、画面を拡大縮小したりするためのアイコンが並んでいます。
・CAM ツールバー　CAM 操作を行うために三つのアイコンが並んでいます。
・モデリングツールバー　押し出し、ユニオン、サブトラクト、インターセクションの操作を行うアイコンが並んでいます。
・形状認識ツールバー　他の CAD システムで作成された部品の設計図（２次元図面）を dxf ファイルを介して読み込み、自動的に形状認識（FR、Feature Recognition）入力するための操作のアイコンが並んでいます。

AutoCAD システムが用意している機能の中で、スナップ機能はしばしば役に立つので、スナップツールバーは画面に出しておきます。また、画面の最上部に文字で示されているのは、AutoCAD システムで使用できるメニューです。

P-CAD システムによる部品設計を行うには、ユーザは次の手順で作業を行います。

（１）工作物設計アイコン（CAD ツールバーの先頭にあります）をクリックして、画面に表示されるダイアログボックス中に直方体の素材寸法、製品寸法、材質、および六つの設計面の平面加工の有無と仕上げ程度を指定します。ここで指定する製品寸法の直方体をベースと呼びます。
（２）ベースから加工によって削り取る形状を一つずつ指定する。次の操作を繰り返します。
　(2-1) 設計面の指定：VIEW ツールバーに並んで知る六つのアイコン（赤色）の一つをクリックして上下左右前後いずれかの設計面を指定する。
　(2-2) 加工特徴の指定：加工特徴ツールバーに並んでいるアイコンの一つをクリックする。
　(2-3) 加工特徴の位置、寸法、加工方法の指定：上記の操作によって画面に現れるダイアログボックスに記入します。

次の第３章、CAD 操作・自習のためのガイドに従って、この操作を覚えて下さい。

また、ポリライン機能を使って、２次元輪郭の切り取りと溝加工を指定することができます。その操作は第４章によって学習して下さい。

第５章にはブーリアン演算を用いて、立体任意形状の成形素材のモデルを作成する手順を説明しています。

部品設計を、P-CAD システムで行わず、他の CAD システムで設計された２次元部品図から読み込んで CAM 操作を行うための機能が、形状認識（FR）入力です。第６章にその操作を詳しく説明しています。

第７章以降は、CAM 操作と加工作業の実際に関わる事項を説明しています。

3. CAD 操作・自習のためのガイド

初めてのユーザーは，このガイドに従って簡単な設計例につき，操作を自分でやってみて下さい．図 3 の例題では，上面に角溝 2 本，2 側ポケット 1 つ，4 側ポケット 1 つを設計します．また下面には，カップラー取付けのための穴加工(タップ穴と必要とあればリーマ穴)を設計します．

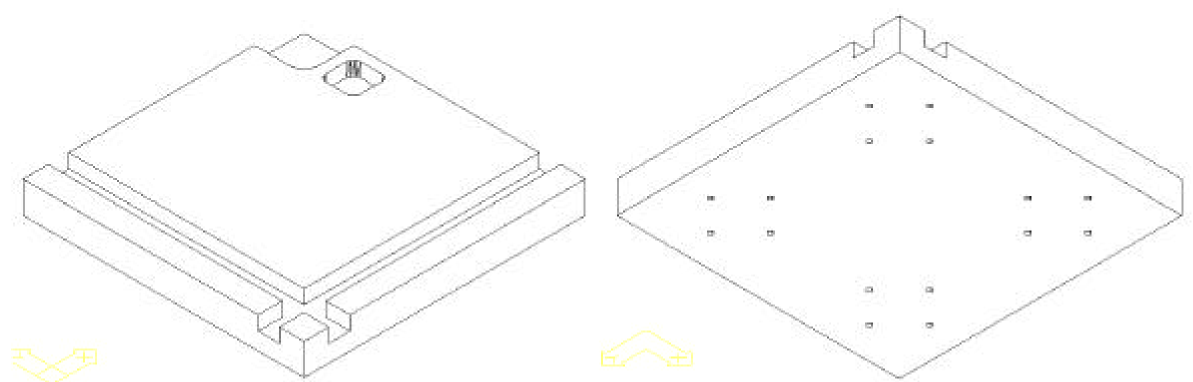


図 3．Sample.dwg

表 1 に P-CAD/CAM ソフトウェアを起動し，図 3 の例題を設計するための操作を示していますので，一つずつ実行して，画面がどのようになるか試みて下さい．

表 1．Sample.dwg の作成

Step	Description	Note	Icon
1	ACAD の立ち上げ	右のアイコンをクリックします．	
2	OK ボタンをクリック	AutoCAD メッセージダイアログボックスの OK ボタンをクリックします．AutoCAD は P-CAD/CAM とデータベース をロードしますので，しばらく待って下さい．SFT database environment connection was successful という表示が出ます．	
3	基本形状と材質，寸法等の指定	右の工作物アイコンをクリックして現われる次のダイアログボックスに寸法等をキー入力します．以後は，このアイコンをクリックすることによって，このダイアログボックスに入力したデータを随時見ることができます．また左側に入力した素材寸法は，いつでも変更することができます．右側に入力した製品寸法（ベース）は変更することはできません．	

		工作物確認 材料寸法(mm) 素材寸法 X：405.000 Y：405.000 Z：50.000 製品寸法 X：400.000 Y：400.000 Z：45.000 工作物の材料 SS41 加工 品質 上面 下面 前面 後面 左面 右面 なし 荒加工 中仕上げ 仕上げ OK Cancel	
4	設計原点シフト	原点を左下の角の点から，別の点にシフトする必要がある場合には，右のアイコンをクリックして現れる次のダイアログボックスに新しい原点座標を入力します． 設計面の原点 設計面 軸 上面 下面 前面 後面 左面 右面 X 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 Y 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 Z 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 OK Cancel 新しい原点座標の入力は CAD 作業中いつでも行うことができます．各設計面は下図に示すような向きになっています．上面(Top)と下面(Bottom)の反転は Y 軸回り(左右反転)で行います．また側面（前，後，左，右）は Z 軸回りに回転して向きを変えます． Z axis Left surface Top surface Front surface Y axis	
5	下面を設計面に指定	右のアイコンをクリックすると下面が表示されます．	
6	下面にカップラーの	右のアイコンをクリックして現れる次のダイアログボックスに必要事項を入力します．	

	取り付け設計を行う	ックスに必要事項をキー入力します． カップラーの設計 カップラーの種類 A-U　C-U　SA-U 個数 4カップラー 6カップラー アタッチメント 4 Bolts 2 Dowels カップラーNo.1 位置: X軸 87.500 Y軸 87.500 カップラーの間隔 間隔: X軸 225.000 Y軸 225.000 OK　Cancel	
7	設計面を上面に指定	右のアイコンをクリックすると下面から上面に切り替わります．	
8	上面に角溝を設計	右のアイコンをクリックして角溝の設計を行います．横方向の溝はダイアログボックスに下のように入力します． 加工特徴 名前: 角溝 オリエンテーション: 横方向 d3 d2 d1 Y feature origin (u,v,w) 原点 U = 0.000 V = 50.000 W = 0.000 パラーメータ d1 = 30.000 d2 = 400.000 d3 = 20.000 d4 = 0.000 面取り= 0.000 角度 = 0.0 加工方法: 荒加工 OK　Cancel　繰り返し 上のように他のデータをキー入力し，左下のＯＫボタンをクリックすれば横方向の溝が設計されます．この次も同じ角溝を設計するので，ＯＫボタンの代わりに右下の繰り返しボタンをクリックして結構です．その時は次に角溝のアイコンをクリックすることが省略できます．	
9	角溝をもう一本設計	再び右のアイコンをクリックし，今度は縦方向の角溝を設計します．	

		加工特徴 名前: 角溝 オリエンテーション: 立方向 原点 U = 50.000 V = 0.000 W = 0.000 パラーメータ d1 = 30.000 d2 = 400.000 d3 = 20.000 d4 = 0.000 面取り= 0.000 角度 = 0.0 feature origin (u,v,w) d1 d2 d3 u 加工方法: 荒加工 OK Cancel 繰り返し	
10	２側ポケットの設計	右のアイコンをクリックして画面に現れるダイアログボックスに必要事項を入力します. 加工特徴 名前: 二側ポケット オリエンテーション: 上右 原点 U = 400.000 V = 400.000 W = 0.000 パラーメータ d1 = 70.000 d2 = 70.000 d3 = 20.000 d4 = 20.000 面取り= 0.000 角度 = 0.0 feature origin (u,v,w) d1 d2 d3 d4 加工方法: 荒加工 OK Cancel 繰り返し	
	加工特徴の編集	すでに設計した加工特徴に変更を加えるには右に示したアイコンを選んでクリックして下さい. コマンドラインに表示される「加工特徴を選択」というコメントに従って変更したい加工特徴の部分（線）にカーソルを合わせてクリックして下さい．その加工特徴を設計したときのダイアログボックスが表示されますので必要な変更を加えて OK ボタンをクリックすれば変更が終了します．この操作はすでに設計した加工特徴がどういう設計であったかを再確認するためにも使用します.	
	加工特徴の削除	すでに設計した加工特徴を消すために e をキー入力して Enter を押します. コマンドラインに表示される「オブジェクトを選択」というコメントに従って，消したい加工特徴の部分（線）にカーソルを合わせてクリックします．消したい加工特徴が複数ある場合は次々と	

		カーソルを合わせてクリックすることを繰り返し最後に Enter を押すとそれらの加工特徴は削除されます.	
11	４側ポケットの設計	右のアイコンをクリックして同様に設計します.	
12	ビューオールに切り替える	右のアイコンをクリックすると画面が下面の表示からビューオールに変わります.	
13	設計の保存	右のアイコンをクリックして，完成した設計図を保存します．この設計例題に，例えば SAMPLE という名前をつけますと，AutoCAD はそれに dwg という拡張子を自動的に付加します．dwg は，AutoCAD ファイルの拡張子です．	
14	ソリッドモデルへの変換	以上で設計が終了し，保存もできました．しかし,先に図３に見たような表示にまだなっていません．右のアイコンをクリックしますと,ソリッドモデルが作成されます．この手順を行なった後で，任意の望む方向から設計した部品図を見ることができます．このためには画面下のコマンドラインに VPOINT とキー入力して，ENTER を押して下さい．続いて視線の方向ベクトルを X,Y,Z の数値でキー入力し,ENTER を押します.その後,陰線処理のためにコマンドラインに HIDE とキー入力して ENTER を押します.	
15	終了	すでにできた設計に変更あるいは追加の設計を行うには，設計面を指定するアイコンをクリックするだけで再びソリッドモデル表示が図面表示（ソリッドモデルへ変換する前の表示）に戻ります．変更あるいは追加をした後，必ずステップ１３の設計の保存を行って下さい．	

次へ進む前に，この設計に更に変更を加え，図 4 のような部品にしてみてください.ロングホールを新たに加え，2 側ポケットと 4 側ポケットはコピー機能で追加できます.

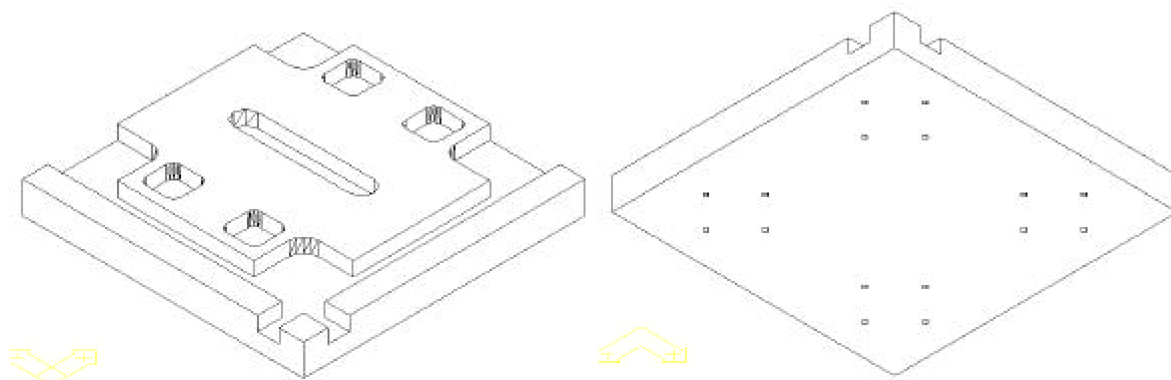


図 4. Sample.dwg を追加設計する

4. POLYLINE を用いる補助的な加工特徴

AutoCAD の polyline 機能を使って二種類の補助的な加工特徴，切り取りとカッターパスを指定することができます．また切り取りを指定して，加工方法に面取りを選ぶことによりエッジの面取りを行うことができます．CAD の段階では設計した polyline が輪郭線として現れるだけでこの機能による加工特徴がどのようになるのかを画面で見ることはできません.

まずユーザーは polyline を描き，続いて切り取り，又はカッターパスのアイコンのいずれかをクリックします.

4.1 AutoCAD polyline 機能を使用した輪郭の指定

- Polyline とは直線と円弧を繋ぎあわせて作ることのできる任意の輪郭線をいいます．CAD の下方のコマンドラインに“pline”又は“pl”とキー入力して Enter（リターンキー）を押してください.
- コマンドラインの指示に従って polyline を作成します.
- polyline の作成の際には以下のことについて考慮する必要があります.
  - 切り取りの場合には作成した polyline の左側にオフセットして（左側を取りしろとして）切り取りが行われます．従って、これから設計するポリラインが囲む形状を切り出して製品とする場合には、ポリラインを右回り（時計の針の回る方向）に設計して下さい。あるいはポリラインの内側を中抜きして外側を製品とする場合には、反対の左回りに設計して下さい。
  - polyline は開いていても（側面から切込む場合），閉じたループ（Z 軸方向から切込む場合）になっていてもかまいません.
  - 開いた（閉じていない）polyline の場合には、始点と終点の周りに工具が接近するための空間を確保して下さい.

    開始点と終了点は直線上（円弧上ではない）にあることが必要です．これは後の CAM 処理で工具がアプローチするために必要な条件です．工具は開始点から 5mm 離れた所から接近あるいは離脱を始め，終了点を 5mm 過ぎた所まで進みます.

4.2 切り取りあるいはカッターパスのアイコンをクリック

- ある一つの polyline 輪郭線の指定が済んだら，直ちに切り取りあるいはカッターパスのアイコンを他の操作に移る前に必ずクリックして下さい．
- 加工特徴のダイヤログボックスが表示されますのでユーザーは加工方法と d3 のパラメータをキー入力します．
  - 切り取りあるいはカッターパスの polyline はいずれも回転，コピーあるいはミラーの操作が行えますが，形状編集のアイコンを使って編集することはできません．
    - 切り取りのアイコンを選んでクリックした場合には
    - パラメータ d3 は切り取りの深さではなく，板素材の厚さを入力します．切り取りの深さは作業データベース中のデータで定められています．
    - 切り取り輪郭を形状編集のアイコンを使って編集することはできません．
    - 加工方法に面取りを選ぶと，polyline にそった面取りになります．この場合，面取り幅を d3 にキー入力して下さい．
  - カッターパスアイコンを選んでクリックした場合には
    - カッターパスの幅はこの段階ではまだ未定です．後の CAM 作業中にユーザがカッターパスに使う工具を入力すると，その工具の直径がカッターパスの幅になります．

4.3 ネスティング

ネスティングを行うには，切り取りあるいはカッターパスの polyline または他のどの加工特徴でもコピー，移動，回転，ミラー（鏡面）を必要に応じて使用できます．

コピー, 移動, 回転, あるいはミラー（鏡面）のコマンドを使うときオブジェクトは polyline あるいは加工特徴を一度に１つ選んで下さい．一度に複数選ばないで下さい．AutoCAD にはオブジェクトを選択する際に，ウインドウ選択あるいは他のグループ選択の方法がありますが使用しないで下さい．

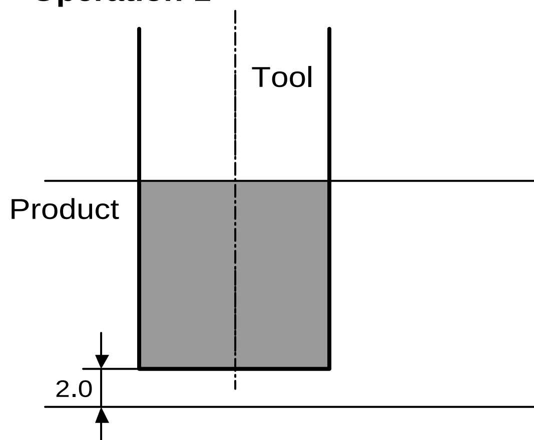
4.4 切り取り加工の作業データ

切り取りの作業データは他の加工特徴の作業データと同様にユーザが変更することができます．例えば図 5 に示すような３つの作業を行うような加工方法のデータが作られています．

パラメータ d1 は荒加工あるいは中加工の際の削り残し厚さをオフセットするのに使用しています. パラメータ d1 は設計変数ではありませんので CAD 作業中にこのパラメータに何か値を入れてはいけません．

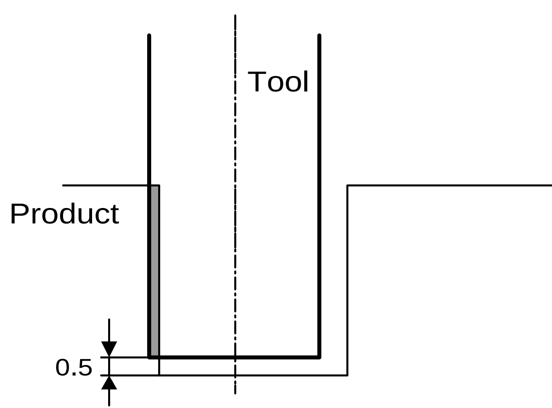
例えば荒加工では切り取り輪郭に 0.2㎜ の厚さを残すようデフォルト値として d1=d1+0.2 と作業設定データベースに入力されています．

Operation 1



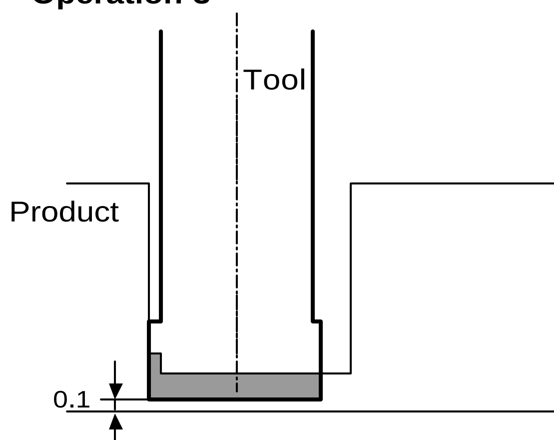
Tool: 18mm roughing end mill
Spindle speed: 710rpm
Axial depth of cut: 15mm
Feed rate: 125mm/min
Down cut
Coolant

Operation 2



Tool: 16mm square end mill
Spindle speed: 600rpm
Axial depth of cut: 24mm
Feed rate: 150mm/min
Up cut
Coolant

Operation 3



Tool: 16mm corner end mill
Spindle speed: 2500rpm
Axial depth of cut: 2.4mm
Feed rate: 125mm/min
Down cut
Airblow

**Material: SS41*

図5. 切り取り加工で加工方法「中仕上げ下面より0.1上まで、製品固定無し」の場合の手順例

5. 成形素材の設計

平行六面体（立方体あるいは直方体）のベースに加工特徴を加える，除去する，あるいは重なり合う部分を残す操作によって，溶接、鋳造などで用意する成形素材とする操作を行います．これが図６の上段に示す成形素材設計です．この操作を行いますと，それに使った加工特徴はすでに素材に加工されているものとして扱い，CAM 処理の対象となりません．このようにして設計した素材形状に，更に続けて加工特徴を追加する設計を行って，目的とする部品の設計を行います．これが図６下段に示す加工特徴設計です．CAM 処理はこの段階で設計を行なった加工特徴のみを対象としてMC で加工する NC プログラムを作成します．

上段の成形素材設計は次の手順によって行います．

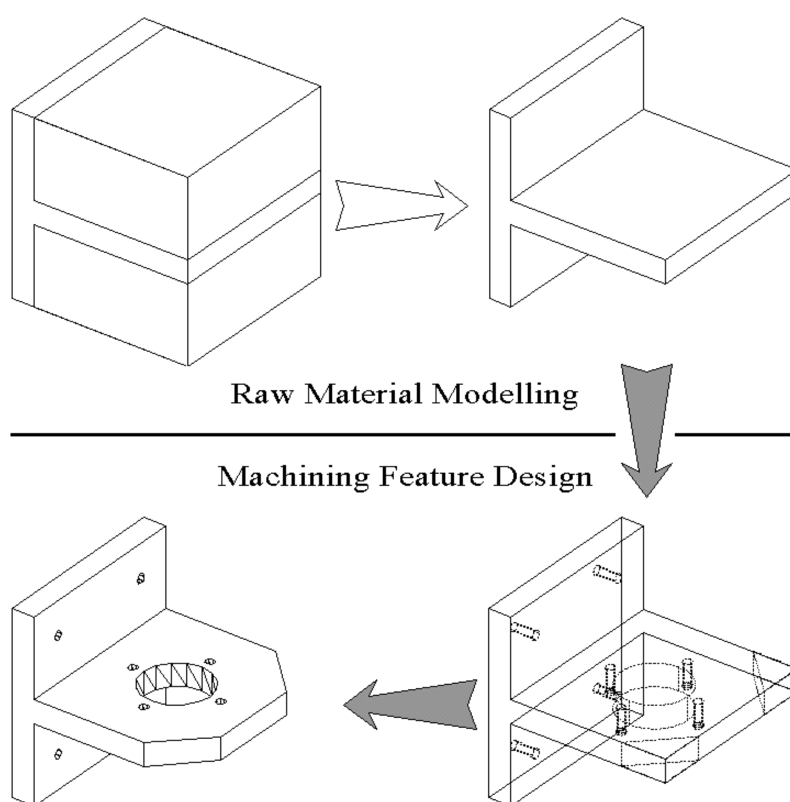


図 6. P-CAD システムにおける成形素材設計と加工特徴設計

5.1　素材設計

工作物設計のダイアログボックスを画面に表示させ，元となる平行六面体の X，Y，Z 方向の寸法を記入します．このとき左側の素材寸法欄と右側の製品寸法欄には同じ値を入れます．また下側の加工指定欄は六面全てを，加工なしに指定して OK ボタンを押して下さい．

いずれかの加工特徴を，元とする平行六面体に加える(union)，差し引く(subtract)，あるいは重なり合う部分のみを残す(intersection)のいずれかの操作（ブーリアンと呼びます）によって素材形状を設計します．最初に選んで設計した加工特徴はカラーで表示されますが，この操作を行うと白色に変わり素材の一部になったことがわかります．

例えば図７A の様に貫通穴を平行六面体の上部に設計して union（加える）の操作を行えば平行六面体の上に円柱のついた素材形状になります．

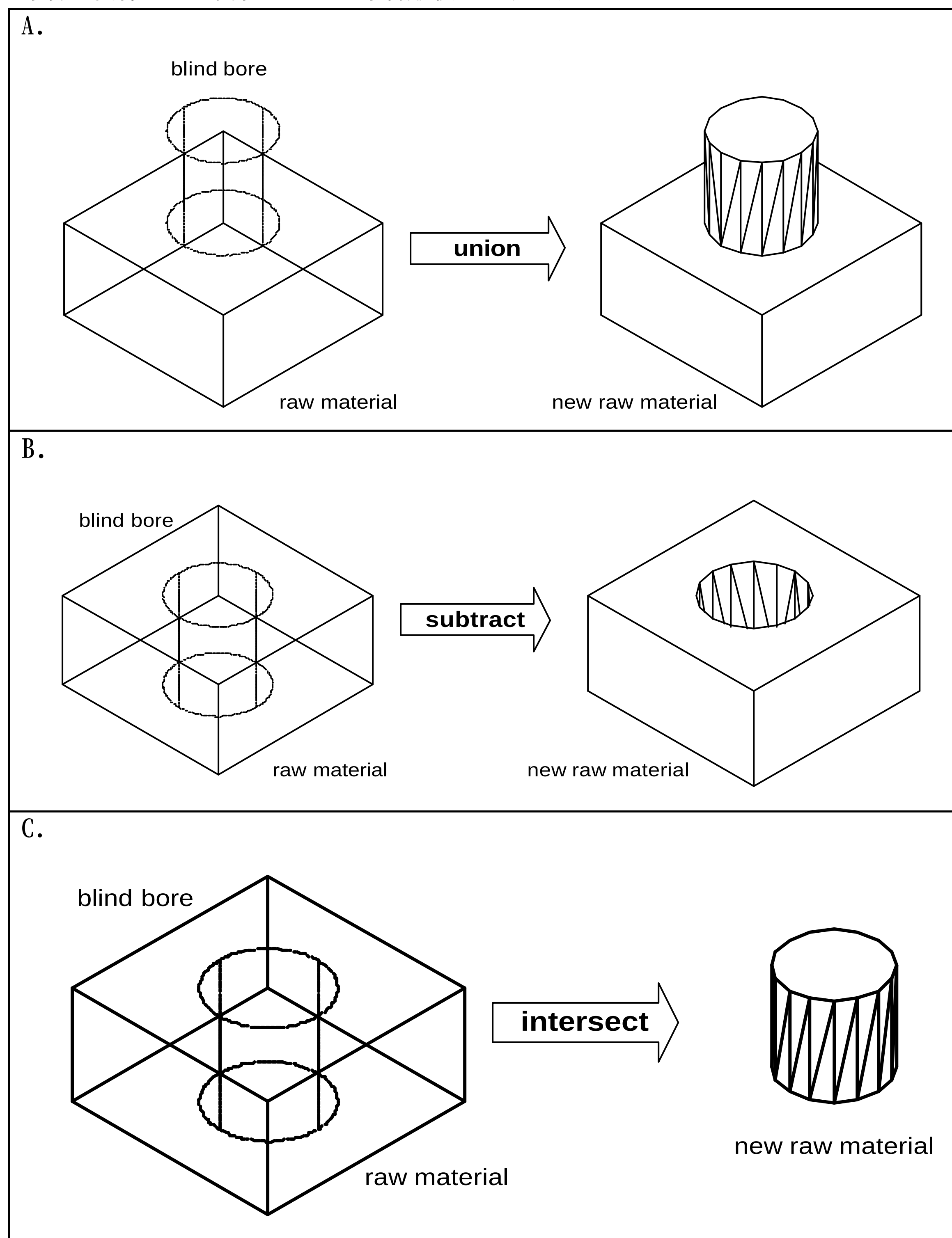


図７．ブーリアンの操作によって加える(Union)，差引く(Subtract)，
重なり合う部分を残す(Intersection)方法の説明

図７B の様に底付き穴を平行六面体の中に設計して subtract（差し引く）の操作を行えば，丸穴が貫通した素材形状になります．同じ状態で intersection（重なり合う部分のみを残す）の操作を行えば両方が重なり合う部分だけが残りますので結果として円柱の素材形状になり

ます.

これらの操作をいろいろな加工特徴を使って繰り返し行うことにより，目的とする成形素材の設計を行います. union，subtract，intersection の操作は画面上のツールバーにでているそれぞれのアイコンをクリックするか，または画面下のコマンドラインにそれぞれのコマンド(union，subtract，intersection)をキー入力して Enter を押せば開始されます。続いてコマンドラインに指示が表示されますのでそれに従って，順次図形を選択してクリックし Enter を押す操作を行います. Subtract（差引く）のときは，まず差引かれる図形をクリックして Enter を押し，続いて差引く図形をクリックして（複数も可）から再び Enter を押します.

5.2　STL ファイルの作成

CAM 処理の後 super verify ソフトウエアによって NC プログラムの検証を行う場合のために 5.1 の操作で作成した素材形状を STL ファイルに保存しておくと便利です.

そのためには画面下のコマンドラインに stlout とキー入力して Enter を押して下さい. 続いてコマンドラインに出る指示によって操作すれば，その素材形状に名前をつけて STL ファイルに保存することができます.

5.3　加工特徴設計

以上で素材形状の設計は終了します. 続けて図６の下段に示す加工特徴設計を行えば，その結果はカラーで表示され，後の CAM 処理の対象となって NC プログラムが作成されます. この段階では元の平行六面体（ベース）の表面より低いところを加工特徴原点として加工特徴設計を行う場合が多くありますが，その時は加工特徴のダイアログボックスの W 欄に，表面からの距離をマイナスをつけてキー入力して下さい. 高いときには表面からの距離を、正の値としてキー入力して下さい.

5.4　CAD の終了

CAD を終わって CAM に進む前に，次の２点を注意して下さい.

1．各設計面の設計原点

各設計面について最後に設計原点としてある点が，次段の CAM 処理では，その設計面の加工を行うときのＮＣプログラム参照点(NCPR)つまり X=0,Y=0,Z=0 の点となります. 各設計面の設計原点がどこになっているかを，ステップ４の設計原点シフトのアイコンを押して画面に表示し，もし必要がある場合には設計原点を改めて移動しておきます. その後，設計の保存の操作を行って，CAM 処理に進みます.

2．設計の保存

直前まで行なった設計の変更あるいは追加を保存するためステップ１３の設計の保存を忘れずに行って下さい.

6　形状認識（FR）入力

この機能は、前項までの手順で P-CAD によって部品が設計されている場合には使う必要がありません。この機能は、多くの企業の設計部門で現在広く使われている２次元 CAD で作成された部品設計図を、DXF ファイルにして P-CAD に移植するための形状認識（Feature Recognition，略して FR）入力機能です。

形状認識（FR）ソフトウェアは、原理的に万能なものではありえないのですが、P-CAD/CAM の補助入力として有効に使うことができます。FR を初めて使う場合には、末尾の形状認識システム説明書に記す手順によって、２次元 CAD システムで使われている記号の書き方を、まず製図データベースに登録しておいて下さい。

部品の外側形状は、P-CAD/CAM ではベースと呼び、直方体（板またはブロック）で表記することとなっています。これは FR の最初の段階で、ユーザーが一つの投影図についてベースの二つのコーナを指定する事によって自動的に作成されます。

FR はベースの内側に設計されている穴、ポケット、段、溝などの位置と形状を自動認識して、P-CAD に入力するデータを作成します。FR によって P-CAD への入力作業を簡単に行うことができます。一つの部品にこれらの形状が多数設計されている場合に特に効果があります。作業は次の手順により行います。

6.1　DXF ファイルの準備

この作業は設計部門の CAD システムから DXF ファイルを、例えばフロッピーディスクに出力します。FR により処理するために、枠、摘要欄、寸法線などを全て取り除いた図面を作り、その DXF ファイルを用意します。

6.2　DXF ファイルを FR に入力する作業

6.2.1　P-CAD/CAM ソフトウェアを開いた状態で次のように行います。

6.2.2　用意した DXF ファイルを、例えばフロッピーディスクから読み込みます。その都度まず次の操作を行って下さい。

（１）線種というアイコンがありますので、それを左クリックします。

（２）表示されるダイヤログボックス内でロード、全てを選ぶ、OK、OK。

その操作の後で、図８の左端の Input DXF file アイコンをクリックします。図９のようなダイアログボックスが出ますので、ファイルの種類（T）を“*.dxf“にし、フロッピーディスクからの読み込みであれば、ドライブ（V）はａを選んで、目的の DXF ファイルを読み込んで下さい。

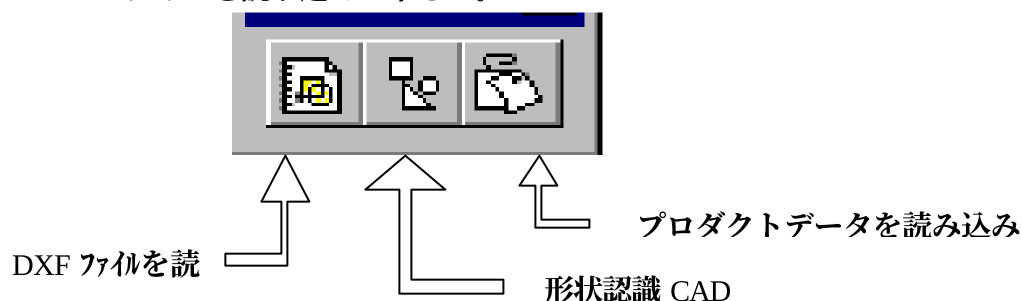


図８　形状認識で使用する３つのアイコン

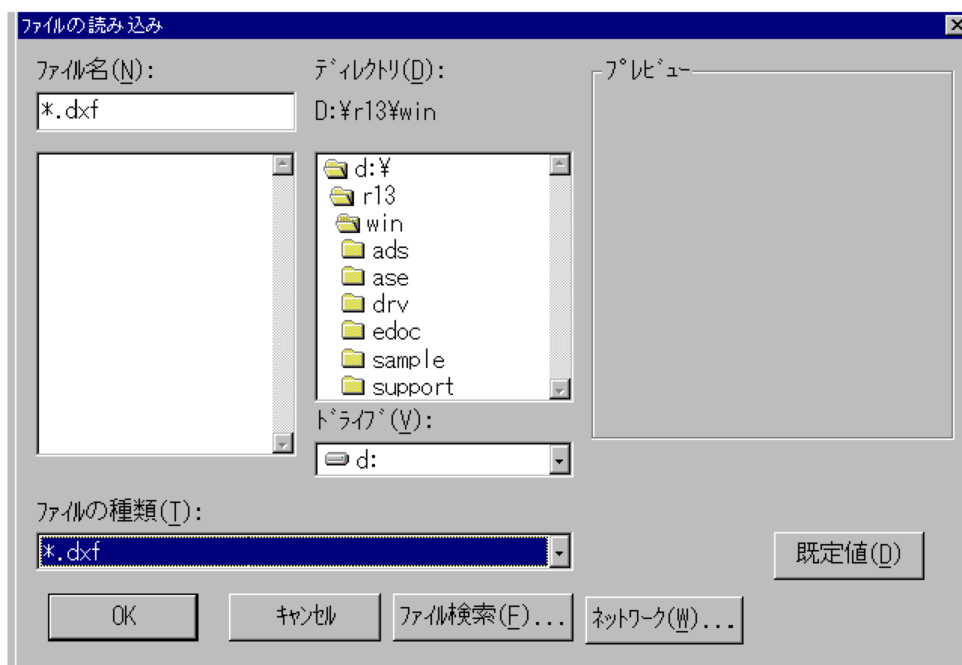


図９　ファイル読み込みダイアログボックス

その結果、図１０のように読み込んだ図面が画面に表示されます。

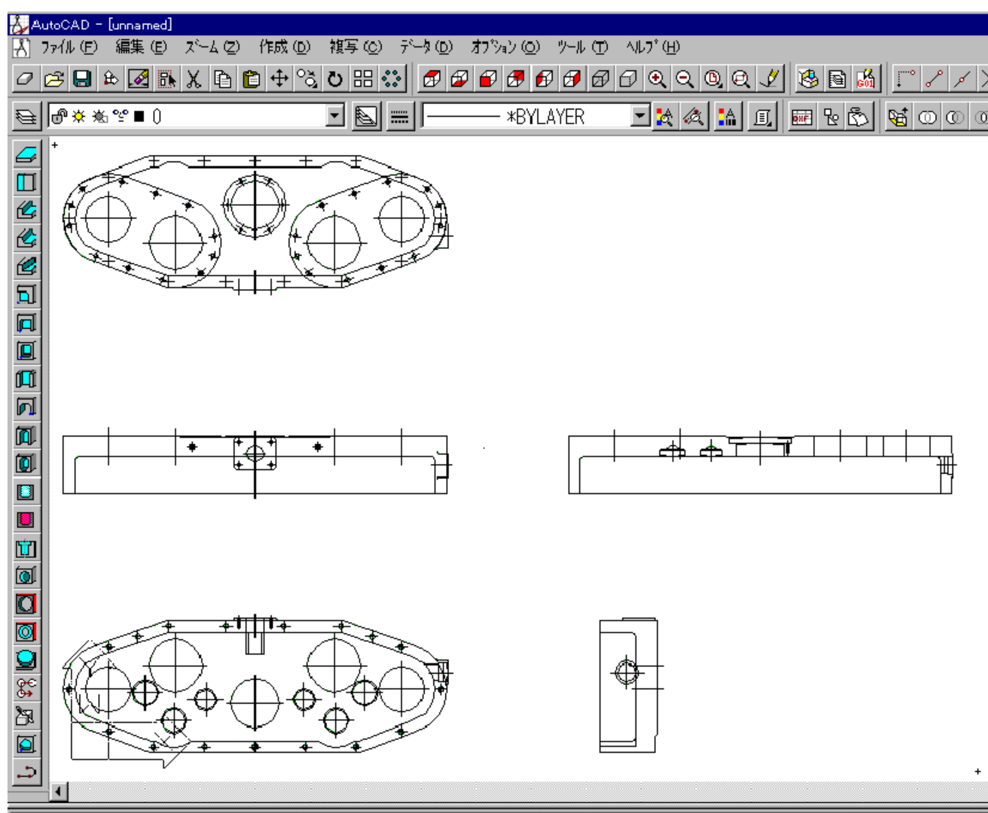


図１０　DXF ファイルから読み込んで表示された図面の例

6.2.3　形状認識したい投影図をユーザが選び次の処理の準備をします。これは“zoom”または"z"とキー入力して、ENTER を押して下さい。必要な投影図（複数も可）をかこむ最初のコーナーをクリックして、次にもう一方のコーナーをクリックします。その後、図１０中の“形状認識 CAD”アイコンをクリックして下さい。先の図８に示した左から２番目のアイコンです。画面は図１１のようになります。

6.2.4　形状認識（FR）の開始

図１１のような“2D Drawing System”フレームが現れますので、図面の種類によって対応するボックスをクリックして下さい。

Third Quadrant とは第３角法による三つの投影図が揃っている場合です。

CONVENTIONAL：ONE VIEW とは投影図が一つしかない場合です。図１２に第３角法による投影面の配置を示しますが、番号１の側面図が右下に配置されている場合のみ Third Quadrant による処理が可能です。

Multi-View process とは２つ以上の投影図からそれぞれに対応する設計面の形状認識をさせる場合です。

ONE VIEW の場合には、Material Thickness ボックスに厚さをキー入力して下さい。図の例では、50mm としています。“OK”ボタンをクリックします。Multi-View の場合にはこのボックスの値は何が入っていても構いません。

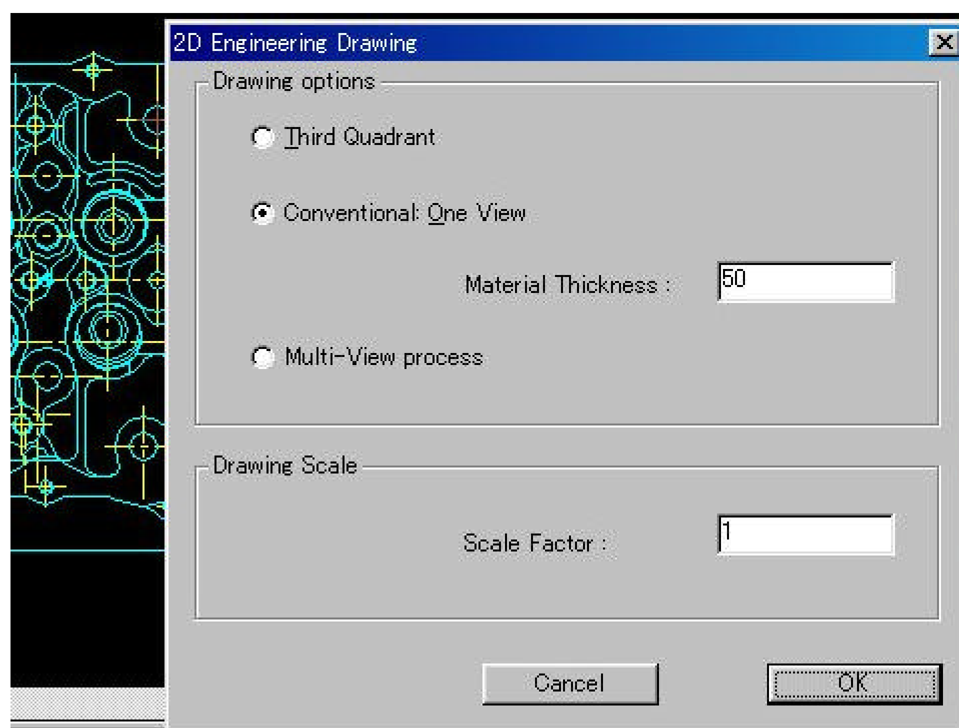


図１１　図面の種類を指定する FRCAD のフレーム

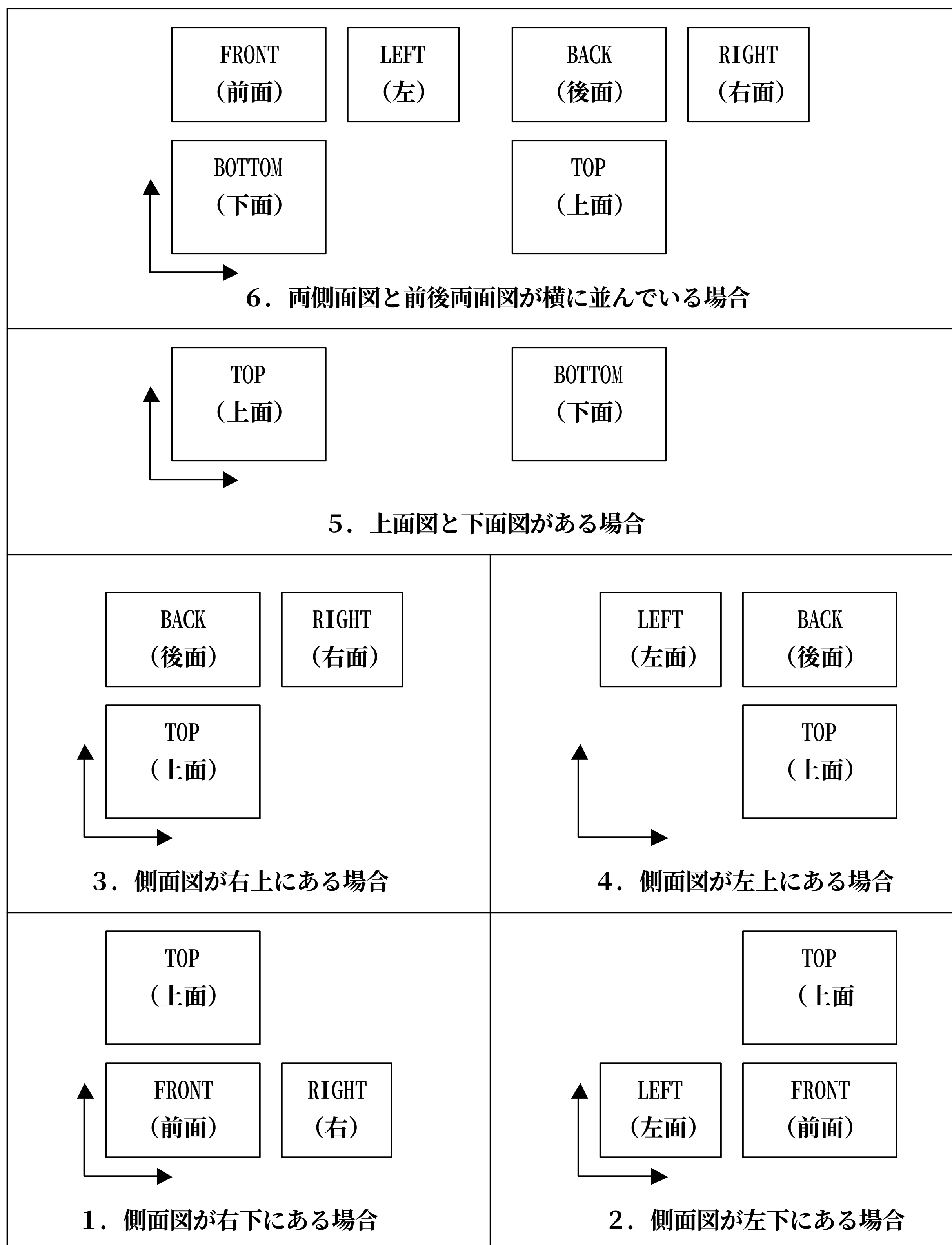


図１２　第３角法による投影面の配置と設計面の名前の付け方の説明図

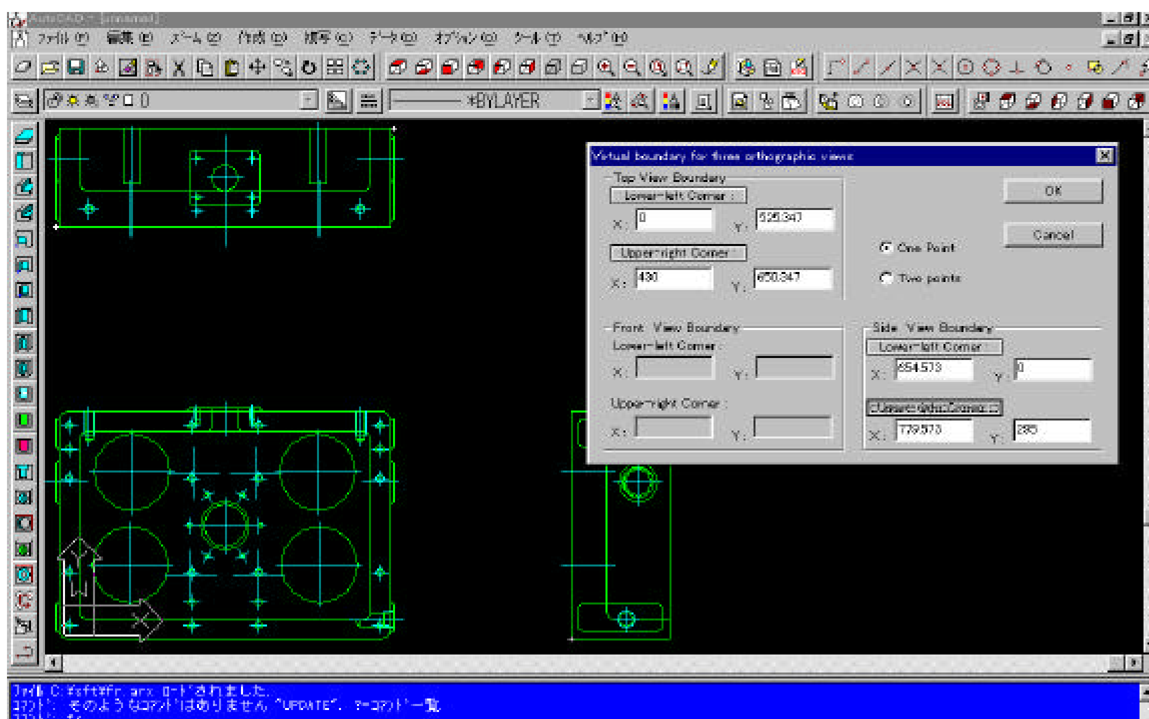


図１３ Third Quadrant で上面図と右側面図上の二つのコーナ点を指定するダイアログボックス

6.3　設計原点とベースの２コーナーの指定

画面に出ている投影図上にこれらの三つの点を指定するには、どのような方法で行うかをダイアログボックスの中に記入します。次の三つの場合があります。

6.3.1　Third Quadrant の場合（第３角法による三つの投影図が揃っている場合）

図１１の画面で Third Quadrant を選び、OK ボタンをクリックすると、図１３のダイアログボックスが表示され、ユーザに上面図と右側面図上の二つのコーナ点の選択を求めます。 次項と同様の手順でそれらを指定して下さい。

6.3.2　Conventional: One View の場合

図１１の画面でこの場合を選び、ＯＫボタンをクリックすると、図１４のダイアログボックスが表示されます。

図中の例では次のように記入しています。

- 設計原点：　投影図上のどこか一点を指定する
- 左下コーナー：二つの点からそれぞれ延びる水平線と垂直線の交点として指定する。
- 右上コーナー：二つの点からそれぞれ延びる水平線と垂直線の交点として指定する。

ダイアログボックスの“OK ”ボタンをクリックします。画面左下のコマンドラインに現われる指示に従って、それら三つの点を指定して下さい。スナップ機能を使って点の種類を指定してから、該当する点をクリックします。

- まず：設計原点を選択して下さい。
- 次に：左下コーナーを選択して下さい。
- そして：右上コーナーを選択して下さい。

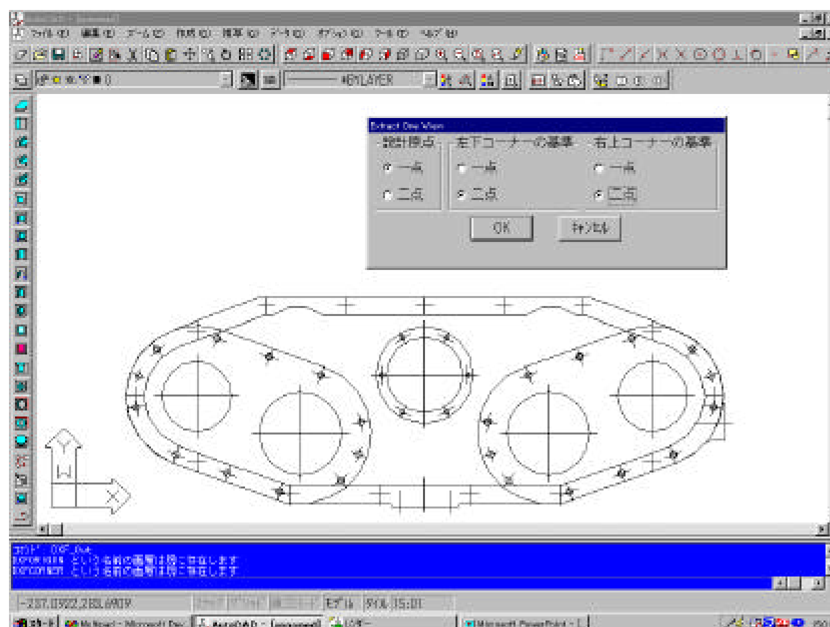


図１４　Conventional: One View の場合に設計原点とベースの
２コーナーを指定するダイアログボックス

6.3.3　Multi-View Process の場合

図１５のダイアログボックスが出ますので、Conventional: One View の場合と同じように記入して下さい。設計原点の指定は一点で行ってください。見える面とは、例えば板状部品の表側の面、見えない面とは裏側の面に設計されている形状を認識させる場合のことです。

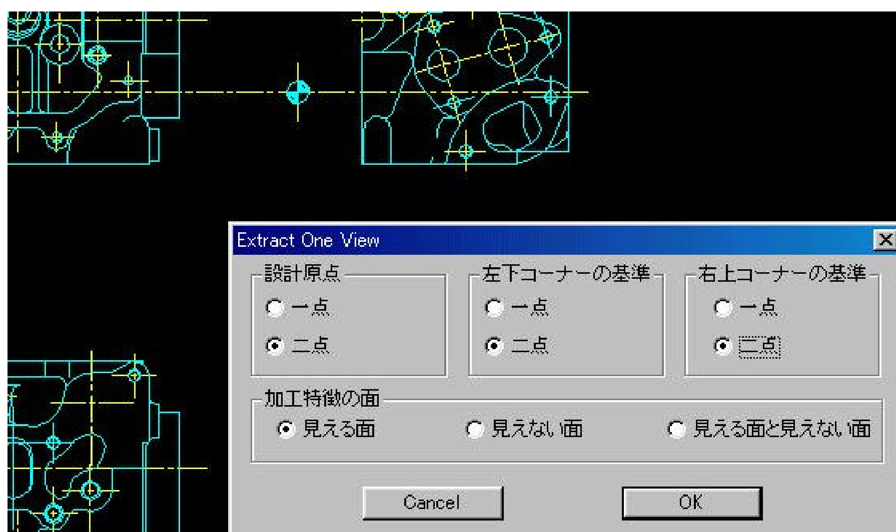


図１５　Multi View Process の場合の一つの投影面について設計原点と
ベースの２コーナーを指定するダイアログボックス

ＯＫボタンを押し、まず最初の投影面について設計原点とベースの二つのコーナ点を指定します。

設計原点とベースの二つのコーナ点の指定を終えると、その投影面に対してFR処理を行い、

それがどの設計面であったかを指定する図１６のダイアログボックスが表示されます。例えば、上面（TOP）と指定します。投影面に設計面の名前を指定する際に、投影面がいくつあるかによって次の手順に従って下さい。

(a)　投影面が二つある場合

二つの投影面が上下に並んでいる場合には、例えば上の投影面を TOP（上面）とすれば、下の投影面は FRONT（前面）と指定しなければなりません。あるいは、上が BACK（後面）、下が TOP（上面）でも構いません。

二つの投影面が左右に並んでいる場合には、左側を LEFT（左面）とすれば、右側は FRONT（前面）としなければなりません。左側を FRONT（前面）とすれば、右側は RIGHT（右面）となります。

(b)　投影面が三つある場合

側面図がどこに配置されているかによって、先の図１２の番号１から４までのいずれかが対応しますので、各図に示すように設計面の名前を指定しなければなりません。

(c)　上面と下面図がある場合

図１２の番号５のように TOP（上面）と BOTTOM（下面）は互いに左右反転の関係に描かれていることが必要です。上下反転の関係で描かれている場合には処理できません。

(d)　両側面図と前後両面図が横に並んでいる場合

図１２の番号６のように名前を付けます。

設計面の名前を記入したら、その下の Machining features depth のボックスは、その設計面にある加工特徴の深さの値を記入して下さい。この段階では仮の深さを入れておき、後でそれぞれ変更します。

以上の操作がすんで、図１６のダイアログボックスのＯＫボタンを押すと、次に図１７のダイアログボックスによって、次の投影面の有無を質問して来ます。Yes と答えると再び図１５のダイアログボックスが現れて、次の投影面の処理に入ります。図１７のダイアログボックスで No と答えると、処理を終了します。

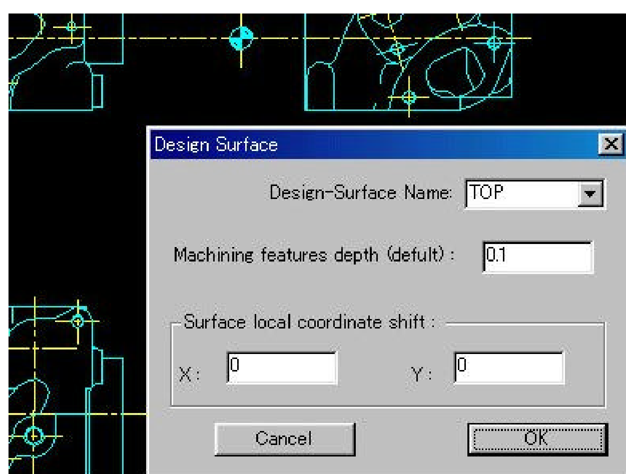


図１６　処理した投影面がどの設計面であるかを指定するダイアログボックス

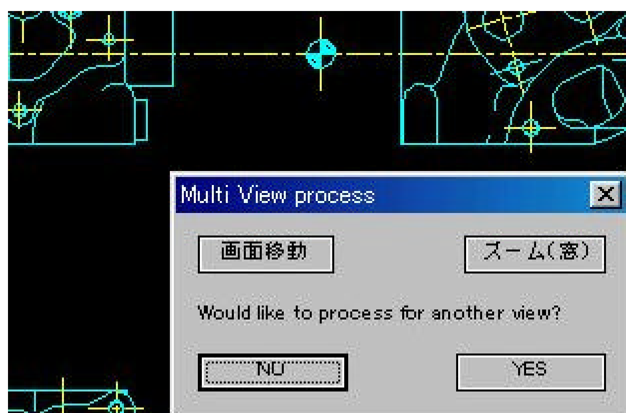


図１７　次の投影面の処理の有無を質問するダイアログボックス

6.4　FR 処理

システムは投影図を解析しますが製図データベースに登録されていないレイヤーがあるとそのレイヤーに含まれる線を図１８に示すポップアップダイヤログボックスによって表示し、ユーザが物体線（solid line）か、隠れ線（Hidden line）か、補助線（Auxiliary line）か又は無視すべき（None）かを指定するよう求めます。この時、バックグラウンドの図面上で問題としている線が、赤または青に色が変わって表示されています。

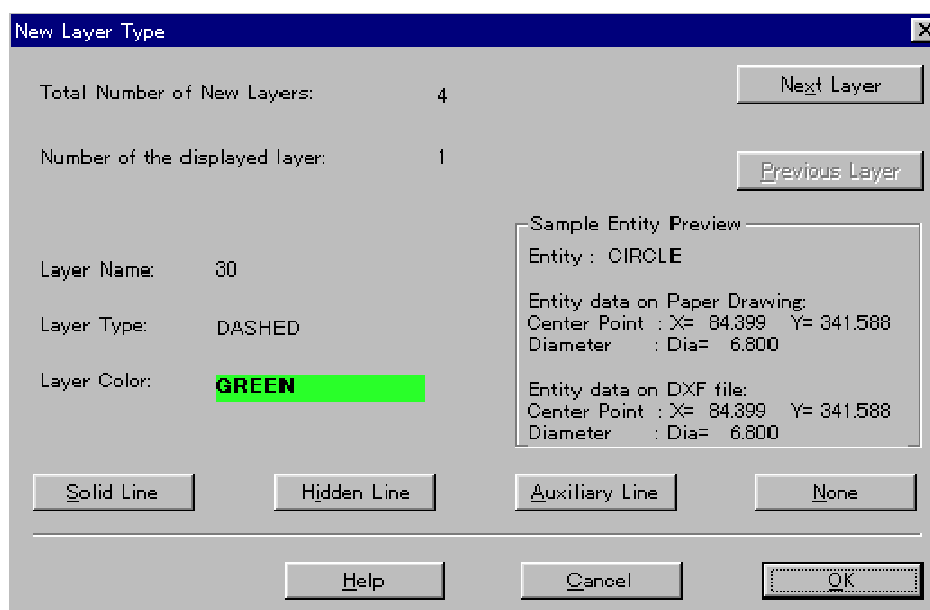


図１８　製図データベース登録されていないレイヤーを示すポップアップダイヤログボックス

続いて、製図データベースに登録されていない形状記号があると図１９に示すダイヤログボックスによってそれが表面（Top）か裏面（Bottom）のいずれに属するものであるかをユーザに指定するよう求めます。この時、バックグラウンドの図面上で問題としている形状記号が、赤または青に色が変わって表示されます。

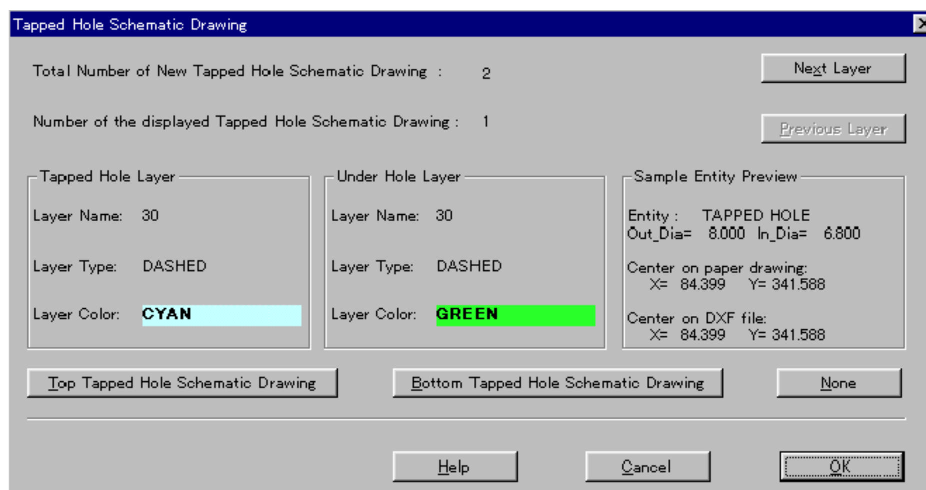


図１９　製図データベースに登録されていない形状記号を示すポップアップダイヤログボックス

6.5　ポリライン（直線と円弧をつなぎ合わせた任意の曲線）の処理

製図データベース中のシステム設定データが、ポリライン生成を行うように指定されている場合、入力した２次元図面中にポリラインが見つかると、図２０に示すようなポリライン選定のダイアログボックスが表示されます。

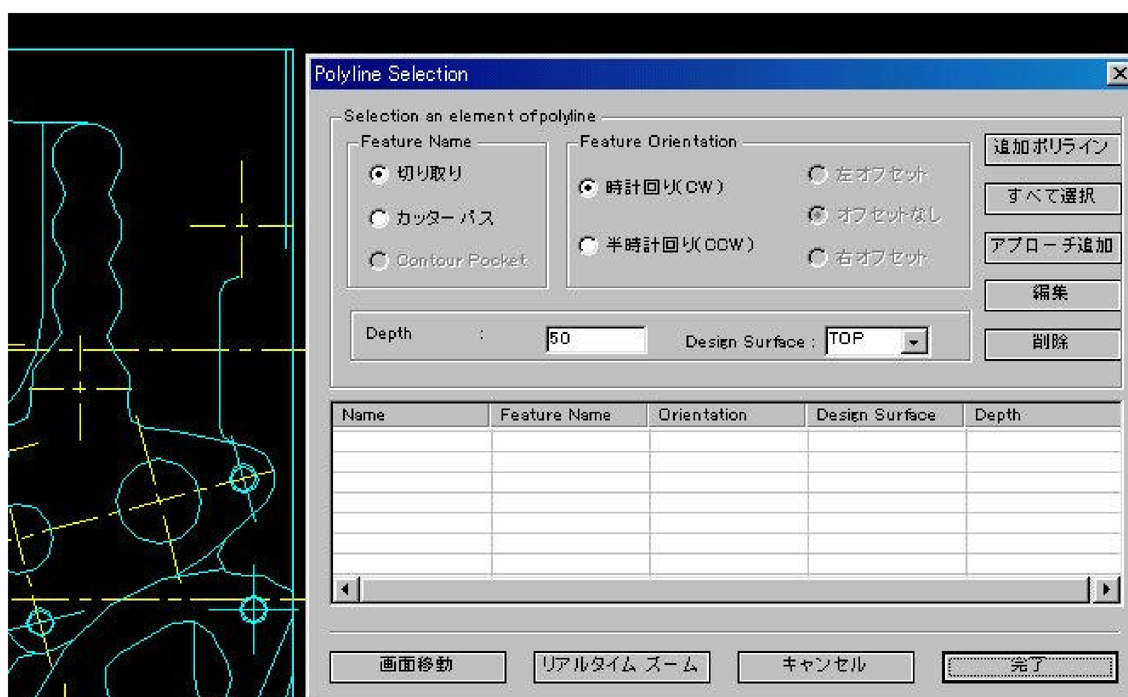


図２０ ポリライン選定ダイアログボックス

追加ポリライン

図面に出ているが、ポリラインとしてダイアログボックスにまだ表示されていない線分をポリラインとして追加登録するためのボタンです。切り取りあるいは溝加工などの切削加工を行う必要のあるポリラインを、次の手順でダイヤログボックスに表示します。追加ポリラインボタンをおしてから、図面上で追加したい線分をクリックします。そのポリラインの名前と種類（切り取りかカッタパスか）、方向（CW か CCW か）、面、深さなどのデータがダイア

ログボックスに記入して表示されます。クリックした線分がポリラインと認識されていない場合には、その意味の表示が現れます。どうしてもその線分をポリラインとする必要がある場合には、次項 6.7 のポリラインの修正を行ってから再び 6.2.3 の手順を始めて下さい。

すべて選択

　このボタンを押すと、図面中にあるすべてのポリラインの一覧表がダイアログボックスに表示されます。表示されているポリラインを一つずつ、あるいは複数指定して、編集、視認、あるいは削除することができます。

アプローチ追加

　あるポリラインの開始点と終了点に、切削開始時の寄りつき線と、終了時の離脱線をポリラインを追加して指定する機能です。

　このボタンを押した後、図面上で目標のポリラインを左クリックすると、それが開いたポリラインである場合にはダイアログボックスが表示されます。必要事項を記入してＯＫボタンを押すと、そのポリラインに直線上のアプローチ追加が行われます。閉じたポリラインである場合には、画面左下のコマンド部分にカーソルを合わせて左クリックすると、次にポリラインのどちら側（内側又は外側）か指定するようメッセージが出ますので、カーソルの位置をいずれかの側に合わせて左クリックして下さい。

編集

　ダイアログボックスに一覧表として表示されているポリラインの種類（切り取りかカッターパスか）、方向（CW か CCW か）或いは深さを変更するためのボタンです。このボタンを押す前に、一覧表中の変更したい項目をマウスでクリックして選んでおき、編集ボタンを押してから、新しい値を丈夫の該当欄に記入すれば、変更が行われます。

　　　　［注意］現在のバージョンでは、この段階でポリラインの設計面を変更すると FATAL ERROR になります。その必要があるときは、後で図２２のプロダクトデータが表示された時に、その中で設計面の番号１～６を変更して下さい。

削除

　一覧表の中のポリラインをハイライトしておいて、このボタンを押すと、そのポリラインが削除されます。

画面移動

　このボタンをクリックして、カーソルを図面上に移動させ、左ボタンを押してドラッグすることにより、図面を移動させることができます。右ボタンを押せばキャンセルされます。

リアルタイムズーム

　ダイアログボックスの一覧表のある行をマウスでクリックしてハイライトします。続いてこのボタンを押すと、その行が示すポリラインが図面上で赤色で表示されます。カーソルを図面上に移して、左ボタンを押して上下にドラッグすると、図面が拡大縮小されます。右ボタンを押せばキャンセルされます。

キャンセル

　このボタンを押すと、ポリラインの処理をすべてキャンセルして次へ進みます。

完了

このボタンを押せば、ダイアログボックスの一覧表に表示されているポリラインデータを持って 6.7 節の処理へ進みます。

6.6　ポリラインの修正

前説の処理で、切り取り或いはカッターパスの指定のためにポリラインと認識される筈の線分が、そのようにならなかった場合には、6.2 節の DXF ファイル入力の作業に戻って、ポリラインを修正する事が必要です。また最終的に CAM 処理まで行って得られた NC プログラムの中で、切り取り或いはカッターパスの工具軌跡に不備が発見された場合も同様です。

6.6.1　修正すべきポリライン不具合の例

一つは、直線、円弧、或いは両者を組み合わせて描かれている線分であってもポリラインとして描かれていない線分の場合があります。

もう一つは、ポリラインになっていても途中で連結が途切れているため、工具軌跡が別々なポリラインの加工として発生されている場合です。画面上では繋がっているように見えても、大きく拡大して調べると、わずかに隙間が見られる場合です。これらの不具合を修正するのは、次の手順によって行います。

6.6.2　DXF ファイルの入力

先の 6.2.2 項の手順により DXF ファイルを再び読み込み、画面に表示させます。

6.6.3 ポリラインへの変更

画面最上列に並んでいる AutoCAD メニューの中の「編集 (M)」をクリックし、その下に現れるサブメニュー中の「ポリライン編集 (P)」をクリックします。コマンドラインに示される「ポリラインを選択」という指示に従って、ポリラインであることを確認したい線分にカーソルを合わせてクリックします。コマンドラインに「ポリラインに変更しますか？」との質問が現れたら、ENTER を押して変更を行います。もう一回 ENTER を押して操作を終え、他の線分について同じ確認を繰り返します。

コマンドラインに質問が現れず、次に行う編集作業の種類を指示する項目が示される部分は、クリックした線分はすでにポリラインになっています。ENTER キーを押して操作を終え、他の線分について同じ確認を繰り返します。

6.6.4　ポリラインの結合

複数の線分を一つにつなぎ合わせて一つのポリラインに結合する作業です。前項と同じく AutoCAD メニュー中の「編集 (M)」サブメニュー「ポリライン編集 (P)」を押し、結合したいポリラインの一つにカーソルを合わせてクリックします。次に「結合 (J)」の作業を選び、一つに結合すべき複数の線分を、順番に一つずつクリックして、全てが破線表示に変わったことを確かめてから ENTER を押します。もう一度 ENTER を押してこの作業を終了します。

6.6.5　結合の確認

前項の作業で一つに結合した筈のポリラインが、線分の端点同志がわずか離れていたために、実は結合できていない場合があります。この事を確認するために次の操作を行います。e とキー入力し ENTER を押します。確認したい線分にカーソルを合わせてクリックするとその

線分が破線に変わって表示されます。一つに結合されている線分の一部しか破線にならない場合は、接合点が離れています。

この操作を終えるには、Esc キーを押して下さい。間違って ENTER を押すと、e は削除の命令ですので、それが実行されて、破線に変わった線分が消えてなくなってしまいます。もし間違ってしまった場合には、編集（F）メニューを押し、UNDO（U）サブメニューを押して、元に戻します。

6.6.6　離れている接点間の接合

編集（M）メニューの下にあるサブメニューの中の延長（D）とトリム（R）の機能を使って、接点間を接合します。その後で、6.6.4 の操作に戻ってポリラインの結合を行います。

6.6.7　閉じたポリラインの切削開始点

切削開始点は、閉じたポリラインの場合、切削終了点と重なっています。その間をわずかな長さだけ切り取って離す操作をしておきます。これは、編集（M）メニューの下にある部分削除（K）を使って行うことができます。

6.6.8　分解（X）

AutoCAD メニュー編集（M）のサブメニュー「分解（X）」を押します。これは、多数の線素を結合して作られているポリラインを線素に分解して、全ての線素を表す DXF ファイルデータに直す操作です。分解（X）を押した後、カーソルでウィンドウを切ります。続いて ENTER を押せば、ウィンドウ内の図が全て分解されます。この操作がすんだら、形状認識のために DXF ファイルを入力する手順6.2.3 をあらためて開始して下さい。

6.7　FR 結果の修正

製図データベース中のシステム設定データが、加工特徴の修正を FRCAD 内でも行うように設定してある場合、FR 処理の結果が図２１のような一覧表に表示されます。自動認識された加工形状（Feature）の名前（種類）、設計面、位置、寸法などが一覧表になって右側に出ています。これを加工特徴一覧表と呼びます。ポリラインはこの表には含まれていません。

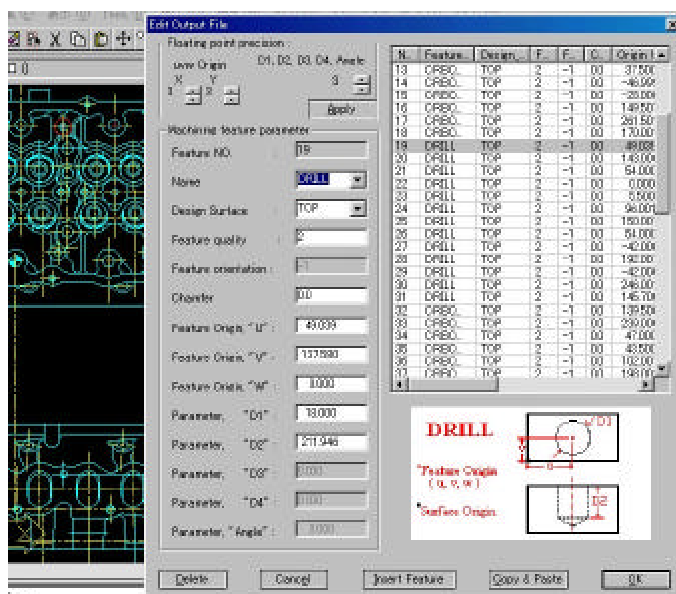


図２１　FR 処理の結果を修正するためのダイアログボックス

マウスのポインターをある行に合わせて、右クリックすると、その加工特徴と同じで位置のみ異なる加工特徴の行がすべてハイライトされます。左クリックすれば、一行ずつハイライトされます。また、Shift 或いはCtrl キーを押しながらクリックすれば、任意の複数行をハイライトすることができます。ハイライトされている加工特徴を、左側のパラメータ表の記入を変更することにより、編集（訂正）することができます。加工特徴の名前（種類）や設計面は、誤認識されていることがありますので、元の図面に従って確認し、必要あれば訂正して下さい。また深さは、仮の値になっていますので、元の図面に従って直して下さい。ただし、加工特徴の位置（U と V）及び角度の変更だけは、最後にクリックした行にだけ適用されます。これらを変更される倍には、一行ずつハイライトして行う方が良いでしょう。

加工特徴の位置（UVW）と変数（D1～D6）は、小数点以下３桁で四捨五入してあります。ただし、タップと段つき穴については、１桁になっています。

Apply

小数点以下の精度桁数を変更してこのボタンを押すと、ハイライトされている行についてのみ、四捨五入をする桁が変更されます。

Copy & Paste

このボタンを押すと、ハイライトされている行が、最後の行の下に、新たな続き番号を伴って複写されます。

Insert Feature

このボタンを押すと、ハイライトされている行の次の行に空欄の行が挿入されます。

Delete

このボタンを押すと、ハイライトされている行を削除します。

Cancel

このボタンを押すと、加工特徴の編集作業を中断して、すべてキャンセルします。

OK

このボタンを押すと、編集作業を終了し、P-CAD に読み込むべきプロダクトデータの テキストが自動的に作成され、図２２のように画面に表示されます。

```
unnamed.txt - FRCad
File  Edit  View  FRCad  Help

  517.366      410.866      398.354
1       0.000        0.000        0.000
2       0.000        0.000        0.000
3       0.000        0.000        0.000
4       0.000        0.000        0.000
5       0.000        0.000        0.000
6       0.000        0.000        0.000
1.  TAPPT      3  2  -1  0   120.000   380.866   0.000   9.728   8.566
2.  TAPPT      3  2  -1  0    22.500   317.366   0.000   9.728   8.566
3.  TAPPT      3  2  -1  0   120.000   297.366   0.000   9.728   8.566
4.  HOLE       3  2  -1  0   170.960   317.366   0.000   6.000   0.000
5.  SNKBOLT    3  2  -1  0   247.500   317.366   0.000   8.479   2.000
6.  TAPPT      3  2  -1  0    99.010   278.866   0.000   7.700   6.500
7.  HOLE       3  2  -1  0    22.500   317.366   0.000  15.000   0.000
8.  HOLE       3  2  -1  0   170.960   317.366   0.000  10.000   0.000
9.  HOLE       3  2  -1  0    99.010   278.866   0.000   5.000   0.000
10. HOLE       4  2  -1  0   343.894   317.366   0.000   6.800   0.000
11. TAPPT      4  2  -1  0   366.544   278.866   0.000   7.700   6.500
12. HOLE       4  2  -1  0   267.354   317.366   0.000  10.028   0.000
13. HOLE       4  2  -1  0   366.544   278.866   0.000   5.000   0.000

For Help, press F1                                  NUM
```

図２２　形状認識の処理が終了して画面に表示されるプロダクトデータの例

一番上の行は製品寸法を示し、続いて各設計面の原点の座標値が示され、続いて加工特徴が一行ずつ並んでいます。その内容は左から順に加工特徴の名前、設計面、加工品質、上下の方向、チャンファー幅、位置（U,V,W）、特徴パラメータ（D1～D6、傾き角）が示されています。ポリラインがある場合には、その下にポリラインの数だけ行が追加されます。この段階で、FRCAD の“File ”メニューを開いて、“ 終了 ”を押すか、又は右上の“X ”をクリックして FRCAD を終了して下さい。

6.8　P-CAD へプロダクトデータの読み込み

ここで画面右上の“X”をクリックして AutoCAD を一旦閉じます。

つづいて AutoCAD を再び開き、立ち上がったら先の図８の右側に示した“ プロダクトデータを読み込み ”のアイコンをクリックして下さい。

コマンドラインに加工特徴を確認したいですか（Y／N）？の質問が表示されます。No と答える（そのまま Enter を押す）とＦＲで認識した加工特徴が全て画面に表示され、図 23 の例のような画面になります。Yes と答える（キーボードの Y を押し次に Enter を押す）と画面に加工特徴ダイアログボックスが表示されますので、その中の OK ボタンをクリックすると、プロダクトデータ中の対応する加工特徴が画面に再現されます。次項 6.8 の加工特徴の編集を行ってから OK ボタンをクリックしてもかまいません。

続いて、別の加工特徴のダイアログボックスが表示されますので、操作を繰り返して次々と再現します。

全ての加工特徴が再現されると、ダイアログボックスが現われなくなり、図２３の例のような画面になります。部品の外側形状が板状のベースで示されていますが、これには、６の操作で指定した二つのコーナーと７の操作で入力した厚さが与えられています。設計面を指定するアイコンを使って、作業したい面に切り替えます。例えば、図２４のように上面に切り替えます。

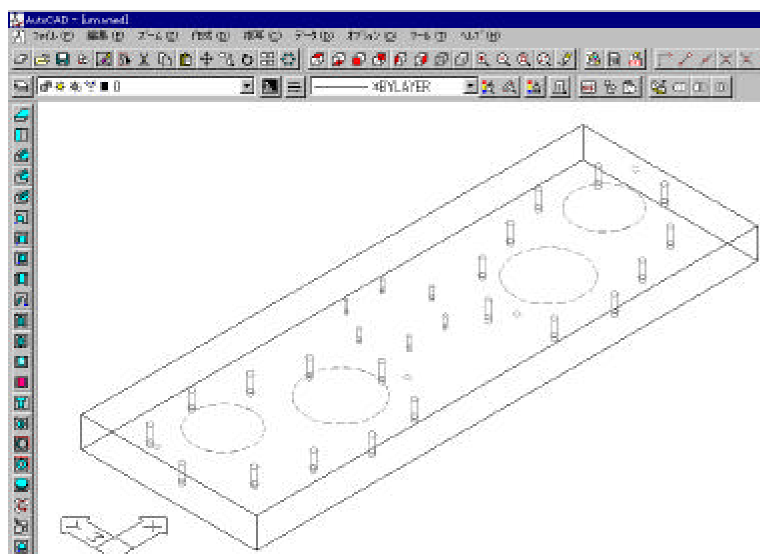


図２３　プロダクトデータから再現された部品形状の例

6.9　P-CAD における加工特徴の修正

FR によって自動認識された結果を P-CAD に入力した後で、ユーザが修正する作業です。ONE VIEW あるいは Multi-View から FR を行った場合には、深さ方向の寸法は全て同一の仮りの深さに認識されていますので、ユーザが元の図面に指定されている深さに修正します。

また加工方法の指定を行います。加工特徴の種類をユーザが判断して変更する必要のある場合もあります。同じ形状が複数ある場合には、ユーザがそれらを一つのグループであると指定して、一度に全部修正するグループ機能を使うことができます。

この機能を使うには、まずグループ・アングループアイコンをクリックして下さい。コマンドラインに表示される指示に従って、グループに入れたい形状を画面上で指定します。形状を一つずつ指定するか、ウインドウを使って指定します。ウィンドウによる場合は、まずグループ・アングループアイコンを押します。次にグループ化したい形状を一つクリックすると、それは赤色に変わります。“w”とキー入力し、ENTER を押してからウインドウの囲む範囲をマウスにより指定します。囲まれた中にある同じ形状が全部赤色に変わります。ただし、最初にクリックした一つだけは元の色に戻るので、もう一度それだけをウインドウで囲むとそれも赤色に戻ります。一つずつの指定に戻るには、“p”をキー入力して ENTER を押します。一度グループに指定した形状を、グループから解除するアングループを行いたいときには、その形状をもう一度グループ指定する操作を行います。アングループの操作も、w または p のいずれでも行えます。

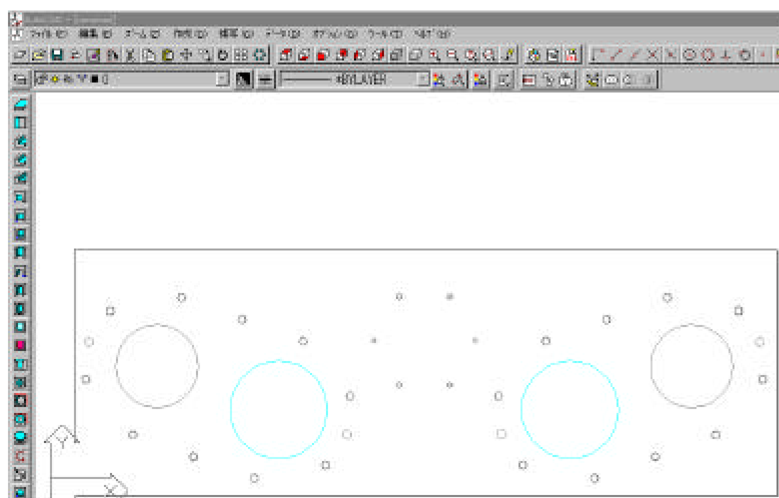


図２４　上面の加工特徴の修正

グループの指定が終わったら、ENTER を押してください。他の形状に対して別のグループを指定する操作を同じように行っても結構です。加工特徴修正のアイコン（消しゴム）をクリックして、次にグループ化された形状のいずれか一つにカーソルを合わせてクリックすると、コマンドラインにグループ全体を修正する（y）か、その形状だけを修正する（n）か、質問が現われますので、y または n をキー入力して、ENTER を押してください。加工特徴のダイアログボックスが図２５のように表示されますので、必要な修正を行って、OK ボタンをクリックします。図の例では、加工特徴の種類を変更する操作を示しています。

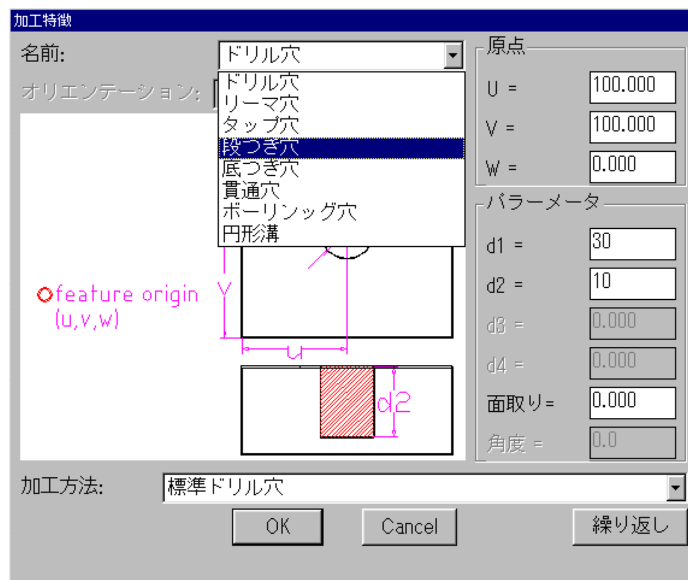


図２５　加工特徴ダイアログボックスで加工特徴の種類を変更する操作

6.10　FR によるもの以外の加工特徴設計

FR によって自動認識した形状以外の形状があればユーザが追加して加工特徴設計を行います。

6.11　図面の保存

保　存　のアイコンを押してセーブして下さい。